PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2000-224830**

(43)Date of publication of application : **11.08.2000**

(51)Int.Cl. **H02K 33/16**

(21)Application number : **11-022268**

(22)Date of filing : **29.01.1999**

(71)Applicant : **MINEBEA CO LTD**

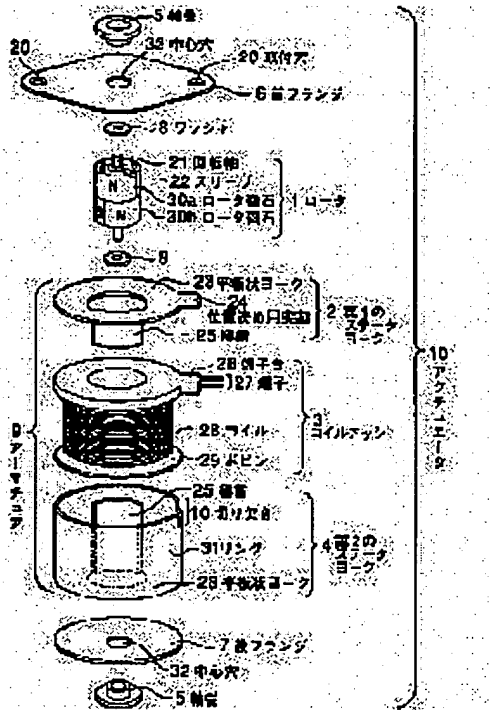
(72)Inventor : **FUJITANI SAKAE**
SUZUKI YUZURU
KAGAWA MASAKI

(54) ACTUATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rotor magnet structure which ensures detent torque sufficiently and has characteristic of wide range of rotating operation angle, in a single phase structure actuator.

SOLUTION: An armature 9 is constituted of stator yokes 2, 4 and a coil 28. The stator yokes 2, 4 are constituted of a pair of flat plate type yokes 23 composed of soft magnetic material, a pole tooth 25 which is protruded in the axial direction from the inner peripheral end of the yoke and arranged stretching in the circumferencial direction, and a cylindrical ring 31 stretching in the same direction as the magnetic pole from the outer peripheral end of the flat plate type yoke. The coil 27 is installed in a coil receiving part of an annular recess which is formed of the flat plate type of the stator yoke, the pole tooth and the cylindrical ring. An actuator 10 of single phase structure is constituted by facing a rotor 1 provided with a field magnet constituted of a permanent magnet to the pole tooth 25 of the stator at a fine interval. A rotor magnet has a cylindrical form, a plurality of the magnets are connected in the axial direction, and the magnetic poles of the respective magnets are mutually shifted in the peripheral direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.09.2002

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)**公開特許公報**（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2000－224830
（P2000－224830A）
(43)公開日　平成12年８月11日(2000.8.11)

(51)Int.Cl.'	識別記号	ＦＩ	ﾃｰﾏｺｰﾄﾞ(参考)
Ｈ０２Ｋ　33/16		Ｈ０２Ｋ　33/16	Ｂ　５Ｈ６３３

審査請求　未請求　請求項の数10　ＯＬ　（全９頁）

(21)出願番号　特願平11－22268

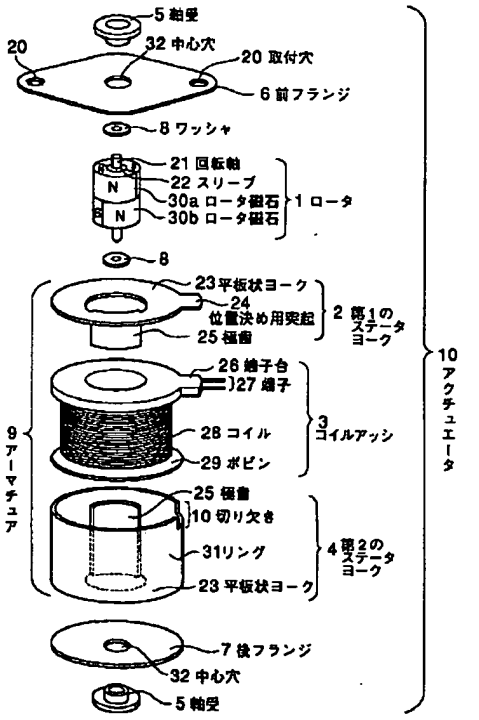
(22)出願日　平成11年１月29日(1999.1.29)

(71)出願人　000114215
ミネベア株式会社
長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106－73
(72)発明者　藤谷　栄
静岡県磐田郡浅羽町浅名1743－１　ミネベア株式会社開発技術センター内
(72)発明者　鈴木　譲
静岡県磐田郡浅羽町浅名1743－１　ミネベア株式会社開発技術センター内
(74)代理人　100077827
弁理士　鈴木　弘男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　アクチュエータ

(57)【要約】　（修正有）
【課題】　単相構造のアクチュエータにおいて、ディテントトルクが十分確保され、且つ回転動作角度範囲も広い特性を有するロータ磁石構造を提供すること。
【解決手段】　軟磁性材から成る一対の平板状ヨーク２３と、平板状ヨークの内周縁端から軸方向へ突出し円周方向に広がりを持って配設された極歯２５と、平板状ヨークの外周端から極歯と同方向へ伸びる円筒状リング３１とから構成されているステータヨーク２、４と、ステータヨークの平板状ヨーク、極歯及び円筒リングで形成される環状凹状のコイル受け部内に設置されたコイル２８とでアーマチュア９を構成し、永久磁石ロータより成る界磁用磁石を設けたロータ１をステータの極歯２５と微小間隔で対向させて成る、単相構造のアクチュエータ１０において、ロータ磁石は円筒形状であり、かつ複数個軸方向に連結されており、かつ各磁石の磁極どうしを互いに周方向にずらせている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　コイルを巻回したアーマチュアのコイル巻回部の内部に微小間隔を介してロータ磁石を回転自在に配置させた単相構造のアクチュエータにおいて、前記ロータ磁石を複数の磁石を軸方向に連結させて構成し且つ各磁石の磁極どうしを互いに周方向にずらしたことを特徴とするアクチュエータ。

【請求項２】　軟磁性材から成る一対のほぼ円形ドーナツ状の平板状ヨークと、該平板状ヨークの内周縁端から軸方向へ突出し円周方向に広がりを持って配設された極歯と、前記ヨークの外周端に前記極歯と同方向へ伸びる円筒状リングとから構成されているステータヨークと、該ステータヨークの前記平板状ヨーク、極歯及び円筒リングで形成される環状凹状のコイル受け部内に設置された絶縁線材を巻回して形成したコイルとでアーマチュアを構成し、該ステータ両端面に軸受を設けたフランジを有するステータアッセンブリに、永久磁石ロータより成る界磁用磁石（以後、「ロータ磁石」と言う）を設けたロータを該ステータの前記極歯と微小間隔で対向させて成る、ロータ磁極数がＨ（Ｈは偶数）の単相構造のクローポール型アクチュエータにおいて、前記ロータ磁石は複数の磁石を軸方向に連結させて構成した円筒形状であり、且つ各磁石の磁極どうしを互いに周方向にずらせたことを特徴とするアクチュエータ。

【請求項３】　前記ロータ磁石の外径は３ｍｍ以下で全ての磁石の外径寸法が等しいことを特徴とした請求項２に記載のアクチュエータ。

【請求項４】　各磁石の軸方向の長さが均等であることを特徴とした請求項２に記載のアクチュエータ。

【請求項５】　各磁石は磁気異方性であり、前記ロータ磁石が2 個の磁石で構成されていることを特徴とした請求項２に記載のアクチュエータ。

【請求項６】　各磁石どうしの周方向のずらし量は電気角で10～60（度）の範囲であることを特徴とした請求項５に記載のアクチュエータ。

【請求項７】　各磁石どうしの連結部にはロータ磁石の最外径と等しいか又は小さい径のスペーサが配されていることを特徴とした請求項２に記載のアクチュエータ。

【請求項８】　各磁石とスペーサとが相対する面には、該磁石の周方向の位置決めのための1 対以上の突起と窪みが配設されていることを特徴とした請求項７に記載のアクチュエータ。

【請求項９】　前記磁石の端面には周方向の位置決めのための位置出し用溝または穴が配設されていることを特徴とした請求項５に記載のアクチュエータ。

【請求項１０】　複数個の磁石をスペーサを介して接着固定する請求項１に記載のアクチュエータにおいて、前記磁石の中心穴近傍、または前記スペーサ、またはその両方に接着剤溜りを設けたことを特徴とするアクチュエータ。

2

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、単相構造のアクチュエータの構造、特に組立が容易で、ホールディングトルクとディテントトルクのバランスが良く、且つ、回転反復動作が安定したアクチュエータのロータ構造に関する。

【０００２】

【従来の技術】たとえば単相構成のクローポール型構造のアクチュエータにおいては、内部にストッパ機構を設け、コイルを励磁することにより、ロータを反復回転動作させるアクチュエータの技術がすでに本発明者らにより提案されている。この種のアクチュエータにおいては、ディテントトルクを確保しながら且つ、回転動作角度範囲を大きくすることが望まれている。

【０００３】しかしながら、一般的に、ディテントトルクを大きくすれば、回転動作角度範囲が狭くなり、逆に、ディテントトルクを小さくしなければ、回転動作角度範囲を広くすることができない。すなわち、ディテントトルクと回転動作角度範囲は相反する性格を持つものである。特に、アクチュエータの小型化のために、焼結型の磁気異方性（例えば、極異方性）をもつ高性能希土類磁石（例えば、Nd系磁石、Sm系磁石）使用の場合にはその傾向は著しい。

【０００４】ディテントトルクを確保しながら且つ回転動作角度範囲を大きくするロータ磁石側の技術として、例えば、２極の場合、片極（例えばＮ極のみ）の磁極センタ部に軸方向に沿って溝またはカットを施し、Ｎ極とＳ極との磁気的バランスを崩して拡大する方法がある（図５参照）。しかし、溝またはカット部の形状（具体的には溝またはカットの中心角α）の精度を確保するためには多くの工程を要し加工が煩雑となる欠点がある。その理由は焼結磁石の場合、焼き上げた後に磁石外周を研磨するためであり、磁石外周に溝またはカットがある場合には、円筒度が確保できないばかりでなく、溝またはカットの安定した形状維持が困難となるからである。また、溝またはカットを機械加工すればコストが上がる欠点がある。

【０００５】従って、磁石の加工、精度維持および、コストを考慮すると磁石外周形状は溝又はカットの全くない、円筒形状が好ましい。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の問題に鑑み、単相構造のアクチュエータにおいて、ディテントトルクが十分確保され、且つ回転動作角度範囲も広い特性を有する、ロータ磁石構造を提供することである。

【０００７】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するため、コイルを巻回したアーマチュアのコイル巻回部の内部に微小間隔を介してロータ磁石を回転自在に

配置させた単相構造のアクチュエータにおいて、前記ロータ磁石を複数の磁石を軸方向に連結させて構成し且つ各磁石の磁極同士を互いに周方向にずらしたことを特徴とする。

【０００８】また、軟磁性材から成る一対のほぼ円形ドーナツ状の平板状ヨークと、該平板状ヨークの内周縁端から軸方向へ突出し円周方向に広がりを持って配設された極歯と、前記ヨークの外周端に前記極歯と同方向へ伸びる円筒状リングとから構成されているステータヨークと、該ステータヨークの前記平板状ヨーク、極歯及び円筒リングで形成される環状凹状のコイル受け部内に設置された絶縁線材を巻回して形成したコイルとでアーマチュアを構成し、該ステータ両端面に軸受を設けたフランジを有するステータアッセンブリに、永久磁石ロータより成る界磁用磁石（以後、「ロータ磁石」と言う）を設けたロータを該ステータの前記極歯と微小間隔で対向させて成る、ロータ磁極数Ｈ（Ｈは偶数）の単相構造のクローポール型アクチュエータにおいて、前記ロータ磁石は円筒形状であり、前記ロータ磁石を複数の磁石を軸方向に連結させて構成し且つ各磁石の磁極同士を互いに周方向にずらせたことを特徴とする。

【０００９】また、ロータ磁石外径は３ｍｍ以下で全ての外径寸法が等しいことを特徴とした。

【００１０】また、各磁石の軸方向の長さが均等であることを特徴とした。

【００１１】また、各磁石は磁気異方性であり、2 個のロータ磁石で構成されていることを特徴とした。

【００１２】また、各磁石どうしの周方向のずらし量は電気角で10～60（度）の範囲であることを特徴とした。

【００１３】また、各磁石どうしの連結部にはロータ磁石の最外径と等しいか又は、小さい径のスペーサが配されていることを特徴とした。

【００１４】また、各磁石とスペーサとが相対する面には、該磁石の周方向の位置決めのための1 対以上の突起と窪みが配設されていることを特徴とした。

【００１５】また、分割されたロータ磁石の端面には、該ロータ磁石の周方向の位置決めのための位置出し用溝または穴が配設されていることを特徴とした。

【００１６】また、分割された複数個のロータ磁石をスペーサを介して接着固定する請求甲に記載のアクチュエータにおいて、ロータ磁石の中心穴近傍、または前記スペーサ、またはその両方に接着剤溜りを設けたことを特徴とする。

【００１７】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図を用いて説明する。

【００１８】先ず、本発明の第１の実施の形態を図１で説明する。図１は本発明を適用した単相のクローポール構造のアクチュエータの展開斜視図で、ロータ磁石が２極で、軸方向に２個の磁石を連結させたものを示している。図示した例は、ステータヨークが平板状ヨーク部と極歯部が一体化された第1のステータヨークと、平板状ヨーク部と極歯部と円筒状リング部が一体化された第２のステータヨークとで構成された例である。

【００１９】アクチュエータ１０は、ロータ１と、アーマチュア９と、前後のフランジ６、７と、軸受５の４つの部分から構成されている。さらにアーマチュア９は第１のステータヨーク２と、コイルアッシ３と、第２のステータヨーク４の３つの部分で構成されている。

【００２０】先ず、ロータ１は、各々周方向２極に着磁された２個の磁石３０ａと３０ｂを周方向に磁極をずらした状態で軸方向に直接連結されており、スリーブ２２を介して回転軸２１に同心を出して固定される。磁石３０ａ、３０ｂとスリーブ２２と回転軸２１の固定は本実施の形態では接着により行われている。

【００２１】アーマチュア９は、第1 のステータヨーク２と、コイルアッシ３と、第２のステータヨーク４とで構成されており、第１のステータヨーク２はほぼドーナツ形状の平板状ヨーク２３とこのヨーク２３の内周端から、本実施の形態では軸方向に突出し、周方向に広がりを持った１個の極歯２５とが一体的に構成されている。この第１のステータヨーク２の極歯２５は、具体的には、本実施例では円板状軟磁性鋼板（純鉄または亜鉛メッキ鋼板）の中心部を軸方向に垂直に抜き起こして形成している。なお、平板状ヨーク２３には第２のステータヨーク４に対する周方向の位置関係を決めるための位置決め用突起２４が設けられている。

【００２２】コイルアッシ３は樹脂製ボビン２９（樹脂の材質は例えば、液晶ポリマ）にコイル２８を巻回したものであり、本実施例ではボビン２９の鍔部には端子２７を挿入した端子台２６が一体的に樹脂成形されている。なお、この端子台２６は第2のステータヨーク４のリング３１の上端縁に設けた切り欠き１０に嵌まり込む構造になっている。

【００２３】第２のステータヨーク４も、ほぼ円板形状の平板状ヨーク２３とこのヨーク２３の内周端から軸方向に突出し周方向に広がりを有する極歯２５とが一体的に構成されている点では第１のステータヨーク２と同じであるが、第２のステータヨーク４はさらに平板状ヨーク２３の外周端に軸方向に極歯２５と平行にリング３１が深絞りにより一体的に付加されている点が異なる。なお、先に述べたように第２のステータヨーク４には、リング３１に位置出し用切り欠き１０が設けられ、第1 のステータヨーク２の極歯２５と第２のステータヨーク４の極歯２５が電気角で１８０度の位相差を成すように周方向の位置合せと、コイルアッシ３の端子台２６の収納ができるようになっている。

【００２４】アーマチュア９の内部にロータ１を挿入し、前後フランジ６、７の中心穴３２に軸受５をそれぞれ取付け、軸受５で回転自在にロータ１を支持するよう

に組立てる。ワッシャ８はロータ１の磁石３０ａ、３０ｂと極歯２５の軸方向の位置合わせと軸方向遊びの調整用である。

【００２５】なお、前後フランジ６、７と軸受５との固定並びに前後フランジ６、７と第１、第２ステータヨーク２、４への固定は本実施の形態では接着で行なわれるが、機械的カシメ、溶接、樹脂一体モールド等で行ってもよい。

【００２６】次に単相のクローポール構造のアクチュエータの動作原理とそのトルク特性について説明する。

【００２７】図２はその動作原理を示すための説明図であり、図３、４にそのトルク特性を示した。図２（ａ）はユニファイラ巻きでバイポーラ駆動の例を示し、図２（ｂ）はバイファイラ巻きでユニポーラ駆動の例を示しているが、どちらも同様な原理であるので、以下図２（ａ）を参照して説明する。

【００２８】図２（ａ）はステータ部を代表するコイル２８とロータ部を代表するロータ磁石３０を示している。なお、ロータ磁石３０のＮ、Ｓ極のニュートラル位置は周方向にずらした磁石３０ａ、３０ｂの合成した位置を表しているものとする。

【００２９】コイル２８にはＡ端子からI_1電流を流す場合とＢ端子からI_2電流を流す場合の２モードがある。先ず電流I_1によりコイルを励磁すれば、ロータ磁石に近いＢ端はＮ極に励磁される。このためロータ磁石のＳ極側がコイルＢ端に吸引され、その結果としてＣＷ方向のトルクが働き、ロータ磁石のＳ極がコイルＢ端に対向した状態（図２（ａ）のロータ磁石の状態から９０度CW方向に回転）で停止する。

【００３０】一方、電流I_2によりコイルを励磁すれば、逆に、ロータ磁石に近いＢ端はＳ極に励磁される。このためロータ磁石のＮ極がコイルＢ端に吸引され、結果としてＣＣＷ方向のトルクが働き、ロータ磁石のＮ極がコイルＢ端に対向した状態（図２（ａ）のロータ磁石の状態から９０度CCW 方向に回転）で停止する。このように、ロータ磁石の回転を規制するものがなければ、このアクチュエータは原理的には励磁により１８０度（±９０度）の反復回転動作をする。

【００３１】ところが、本発明ではクローポール構造のため無励磁時のディテントトルクが存在する。従って、摩擦トルクを無視すれば、合成トルクはディテントトルクと励磁トルク（本発明では定格電流でコイルを励磁した時発生するトルクを「定格トルク」と呼びその最大値をTrateと表す）のベクトル和となる。これらのトルク関係を表したのが図３および図４である。図３と図４は第１の実施の形態の典型的なトルク特性であり、ディテントトルク（但し、正弦波近似とし、最大値をＴｄとした）は定格トルク（正弦波近似とし、最大値をTrateとした）の半分、すなわちＴｄ＝Trate／２のトルク特性例を示している。

【００３２】図３および図４では横軸がロータとステータの相対角度差θ（図では「角度」と表現）を、縦軸がそのときのトルク値（図では「トルク」と表現）を示したグラフである。説明の都合上、正トルクをＣＷ方向、負トルクをＣＣＷ方向として図２（ａ）のロータ回転方向と対応させている。なお、図３において、実線は合成トルクカーブ（但し、電流は図２のI_1方向）、破線は定格トルクカーブ（電流方向は同じくI_1方向）、一点鎖線はディテントトルクカーブを示している。図４は図３に電流の向きI_2の場合も重ねて表現されている。図３より、角度θが０～１８０度（１８０～３６０度）であれば、電流I_1による合成トルクは正（負）となり、ＣＷ（ＣＣＷ）方向のトルクを発生し、ロータ磁石はＣＷ（ＣＣＷ）方向に回転し、トルクが０となるθ＝１８０（θ＝１８０）度の位置で停止する。図４からI_2電流による合成トルクは、角度θが０～１８０度（１８０～３６０度）であれば、負（正）となり、ＣＣＷ（ＣＷ）方向のトルクを発生し、ロータ磁石はＣＣＷ（ＣＷ）方向に回転しトルク０のθ＝０（θ＝３６０度＝０度）度の位置で停止する。このことは図２の説明と合致する。

【００３３】次に本発明の重要な特性であるディテントトルクと反復回転動作範囲とストッパの関係について説明する。

【００３４】再度、図４を用いてディテントトルクと反復回転動作範囲とストッパの関係について説明する。図で仮に、θ_1とθ_2の位置にストッパ１、ストッパ２があり、ロータはこのθ_1とθ_2の範囲内でのみ反復動作可能な状態にセットされていると仮定すれば、アクチュエータは以下の動作をする。

【００３５】コイル無励磁時にはロータがθ_3～θ_1（θ_2～θ_3）の間にあればディテントトルクは正（負）となるので、ロータはＣＷ（ＣＣＷ）方向のトルクによりストッパ１（２）のθ_1（θ_2）位置で止まって保持される。この状態で電流I_2（I_1）を流し続ければ、ロータは正のディテントトルクに打ち勝ってＣＣＷ（ＣＷ）方向のトルクを発生して、ストッパ２（ストッパ１）のθ_2（θ_1）の位置で止まる。もちろん、電流I_2（I_1）方向の励磁時間が短く、ロータがθ_3に到達する前に電流が遮断されれば、ロータは正（負）のディテントトルクによって、初期位置θ_1（θ_2）に戻ることになる。

【００３６】電流I_2（I_1）を十分長い時間流し続け、ロータをストッパ２（ストッパ１）のθ_2（θ_1）で停止した後励磁を切れば、負のディテントトルクによりロータはこの位置に保持され続ける。この状態でさらに、電流I_1（I_2）方向の電流に切替えれば、ロータは負のディテントトルクに打ち勝って逆に、ＣＷ（ＣＣＷ）方向のトルクを発生して、ストッパ１（ストッパ２）のθ_1（θ_2）の位置に戻って止まる。

【００３７】このように本発明はコイルの励磁を切替え

る毎にロータはθ_2とθ_1の範囲内を反復動作すると同時に、ディテントトルクを利用し、コイル無励磁のときにもある一定方向にロータを作用させておくことができる特徴を有する。もちろん、先に述べたようにコイル励磁時間を連続的に可変すれば、それに対応してロータの動作時間は連続的に変わる。

【００３８】この特徴を利用して、例えば、カメラのシャッタ等の駆動に応用すればディテントトルクで常時シャッタを閉じておき、写真を取る（露光をする）ある必要な時間だけコイルを励磁して開きその後、逆励磁してシャッタを閉じる。その後は励磁を切ってシャッタ閉状態をディテントトルクで保持し続けば、省電力という点で非常に好都合である。もちろん、フィルム露光時間はアクチュエータの励磁および逆励磁時間に対応したシャッタ開閉時間で任意に調整することができて好都合である。

【００３９】なお、アクチュエータの大きさはカメラのレンズ鏡筒部に組込み可能なもので、その外形寸法は小さい必要がある。第１の実施例では直径６㎜、長さ５．１㎜の小型サイズであり、そのロータ磁石寸法はわずか直径２．５㎜、長さ３．４㎜（２個分で）と小さいものである。このような小さいものを軸方向に精度良く複数個積層するには以下に述べるスペーサや位置出し用突起および窪み、さらには接着溜りが有効である。

【００４０】さて、本発明の特徴は円筒状ロータ磁石を複数個軸方向に積み上げて構成した点である。図６にそのことがわかるロータを第２の実施の形態として示した。この実施の形態では３個の磁石３０ａ、３０ｂ、３０ｃを軸方向に密着して連結し、各磁極を周方向に少しづつずらした例を示している。こうすることによって、極異方性を有する円筒状磁石でディテントトルクと励磁トルクのバランスを取り、その結果として、図５と同じ効果を持たせることができた。

【００４１】図７に本発明の第３の実施の形態を示す。この図実施の形態は極異方性を有する２極の同一長さ且つ同一外径の円筒型磁石２個を軸方向に連結した例を示したものである。図６の３個の磁石を連結した場合に比べて使用磁石数が少ないだけ構成が簡単になる特徴がある。２個の磁石３０ａ、３０ｂの磁極は周方向に電気角でε（度）だけずらしてある。なお、図示のではロータ磁極数が２極であるので、電気角と機械角は等しくなる。図中の矢印M_1、M_2はそれぞれ、磁石３０ａおよび３０ｂの磁化容易軸方向を示している。

【００４２】図８は本発明の第４の実施の形態を示した。この実施の形態も２個の磁石を軸方向に連結するタイプであるが、磁石３０ａと３０ｂの連結部にスペーサ１００がある点で図７の実施の形態とは異なる。スペーサ１００の外径は磁石外径より小さくすることが好ましい。

【００４３】図９は本発明の第５の実施の形態を示しており、この実施の形態も２個の磁石２個を軸方向に連結した第４の実施の形態に類似しているが、スペーサ１００に磁石３０ａ、３０ｂの周方向の位置出し用突起１０２、１０３と、スリーブ１０１ａ、１０１ｂが一体的に付加されている点で第４の実施の形態とは異なる。磁石３０ａ、３０ｂには前述の突起１０２、１０３に対応する穴１０４ａ、１０４ｂが設けられており、これらを組合わせることにより、磁石３０ａ、３０ｂの周方向のずれが電気角でε（度）になるように設定されている。つまり、磁石３０ａ、３０ｂのニュートラルと位置出し穴１０４ａまたは１０４ｂと成す角が機械角換算でε／Ｈ（度）と成るように設定しておけばよい。ここで、Ｈは磁石３０の磁極数を示す。従って、磁極数Ｈが２の本実施例では、ε／２(度)となる。また、スリーブ１０１ａ、１０１ｂの長さＬ４は磁石３０ａ、３０ｂの長さＬ３より短い方が好ましい。その理由はＬ３＞Ｌ４であれば、はみ出した接着材がロータ磁石３０ａ、３０ｂの中心穴に留まり、接着溜りの役目をさせることができるからである。もちろん、接着作業は回転軸２１（図９では省略）を通してから行うことが好ましいことは当然である。さもないと、はみ出した接着剤で磁石の穴が塞がってしまう不具合をおこすからである。

【００４４】図１０に本実施の第６の実施の形態を示す。図６（ａ）は磁石を示し、図（ｂ）はスリーブを示している。図６（ａ）の特徴は磁石３０ａの端面（図において左端面）に接着溜り４０ａが設けられている例を、また、図６（ｂ）もスリーブ先端（図において左端）に接着溜り４０ｂが設けられている例を示している。これらの接着溜りにより、磁石３０ａの周方向の位置決め（位置決めはスペーサ１００の突起１０２、１０３で行う）後、ロータ磁石の端面に接着材を充填して接着強度を十分出すことができると同時に、接着材のはみ出しもなくすことができる。この接着溜りの形状は図のように円筒状ではなくて、やや大きな面取り（Ｃ０．５～Ｃ１．５）でも代用できる。また、磁石の中心穴近傍に接着溜り用の溝を設けてもよい。

【００４５】図１１はスペーサを用いずに磁石の周方向の位置出しを行っている本発明の実施の形態を示している。

【００４６】各磁石３０ａ、３０ｂの端面に位置出し用溝を付加したもので、図ではロータ磁石の片端面のニュートラル位置上にＶ溝を施したロータ磁石を用いた例を示している。ロータ磁石の接着治具（図示せず）で２つの磁石の同心を取りつつ、治具片端面からＶ溝１０００ａを拾ってロータ磁石３０ａの周方向の絶対位置を決め、さらに、もう一方の端面から他端面のＶ溝１０００ｂを拾って磁石３０ｂの周方向の絶対位置決めを行い、着磁治具にセットした時、磁石３０ａ、３０ｂのなす角度が電気角でε（度）になるように設定して、両Ｖ溝１０００ａ、１０００ｂに接着剤を注入して、磁石３０

ａ、３０ｂと回転軸２１とを接着固定する。この際、Ｖ溝１０００ａ、１０００ｂは接着溜りも兼用している。このように、磁石３０ａ、３０ｂにＶ溝を施しておけば、スペーサを用いることなく精度良く確実にロータ磁石を構成できる。

【００４７】図１２は本発明の更に別の実施の形態を示し、図１１の実施の形態の変形である。

【００４８】図１１の実施の形態ではＶ溝１０００ａ、１０００ｂはロータの反対面にあり、且つＶ溝は磁石のニュートラル軸上にある。しかし、、図１２の実施の形態では２つの磁石３０ａ、３０ｂのＶ溝は対向する同一面上にあり、且つＶ溝はニュトラル軸から電気角でε／２（度）ずれており、これらを図のように同一軸で合わせるとロータ磁石の周方向のずれは電気角でεだけずれるように設定されている。なお、ピン２０００ａ、２０００ｂはＶ溝の合わせ面に挿入する位置出し用のピンであり、挿入したまま接着等により固定してしまってもよいし、位置出しした後ピンを抜いて、この溝に接着材を入れて固定してもよい。図１２はピンと共に接着固定する場合の図を示している。

【００４９】図１３は本発明の更に別の実施の形態を示す。

【００５０】図１３（ａ）はロータ磁石（完成体）を、図１３（ｂ）はロータ磁石を構成する磁石単体（ワンピース分）を示している。本実施の形態では２個の同一形状の磁石の接合部がθ度傾斜して加工されており、これらを付き合わせて一直線に成るように組み立てると２つの磁化容易軸の周方向のずれ量がεになるように設定されている。磁石単体では図１３（ｂ）に示すように、円筒部３０００ａと傾斜部３０００ｂを組合わせた形状に加工されている。つまり傾斜部３０００ｂのＸ点（最低部）とＹ点（最高部）とを結ぶ線と磁石の配向方向Ｍとの成す角をε／２（図ｂ参照）に設定しておけばよいことになる。このようにすれば、特別な溝や切り欠きをロータ磁石に設けることなく、安定して２つのロータ磁石の周方向のズレを出すことができる。

【００５１】次に、ロータ１の着磁についてであるが、各々のロータ磁石を着磁した後、図９、１０、１１、１２に示すように固定（例えば接着材等で）してもよいが、着磁後では接着する際、各々の磁石は磁石端面の極性から互いに反発するので作業がしにくいという欠点がある。その場合、図９～１２で示した方法で、磁石着磁前に固定しておき、その状態で着磁してもよい。特に極異方性磁石どうしの場合には、平均的磁化容易軸（着磁時の磁界を電気角でε／２の方向に合わせることで実現）方向で磁石を着磁治具にセットして、同時に着磁することが好ましい。この場合、着磁後の周方向のずれ量がねらいの角度εより小さくなる傾向があるので、着磁前の周方向のずれ量をねらいのずれ量εよりやや大き目（電気角で２０～３０％）に設定しておくことが好ましい。

【００５２】最後に磁石を軸方向に連結したときの各磁石の周方向のずれ量について説明する。

【００５３】磁石の周方向のずらし量を電気角ε（度）（図７、８参照）を磁極数Ｈが２（個）である場合で種々実験した結果、磁石のずらし量εは１０～６０（度）が適切であることが解った。ずらし量εがあまり小さいと（１０度以下）ずらした効果がなく、ディテントトルクが十分低下しないからである。一方、ずらし量εが大き過ぎると（６０度以上）、磁石突き合わせ端部でのＮ、Ｓ極の磁束のキャンセル量が大きく成りすぎる欠点があると同時に、磁極数が２Ｈ個（Ｈ＝２では４極）の磁石として振る舞い、図２で述べた動作をしなくなるからである。

【００５４】また、磁石の連結数が２個以上の場合にも、各々の磁石間での最大のずらし量ε（度）が電気角で１０から６０（度）を超えない範囲でずらすことが好ましい。

【００５５】実施の形態では磁石の磁極数Ｈが２に限って説明してきたが、本発明はロータ磁極数Ｈが２に限るものではない。なお、磁極数がＨ（個）の場合の電気角θｅ（度）と機械角θｍ（度）との関係は、θｍ＝２θｅ／Ｈ（度）であることは周知の事実である。

【００５６】

【発明の効果】本発明によれば、安価な単相構造を持つアーマチュア構造で、加工が安価な円筒型磁石を軸方向に複数個連結して用いることにより、ディテントトルクと励磁トルクのバランスが取れた回転動作範囲の広いアクチュエータを構成することができた。

【００５７】また、複数の磁石を軸方向に連結する際スペーサを設け、これにロータ位置決め用突起やスリーブ、接着溜りを付加することにより、精度よく、確実にロータを組立てることができる効果がある。特に、磁石連結数が２個の場合には、ロータ磁石端面に溝を設け、これを用いて周方向の位置出しを行えば、スペーサを用いずに精度よく簡単にできる。

【００５８】

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明を適用した単相のクローポール構造のアクチュエータの展開斜視図である。

【図２】単相のクローポール構造のアクチュエータの動作原理を示すための説明図であり、（ａ）はユニファイラ巻きでバイポーラ駆動の例、（ｂ）はバイファイラ巻きでユニポーラ駆動の例を示す。

【図３】本発明の単相のクローポール構造のアクチュエータのトルク特性を示す図である。

【図４】本発明の単相のクローポール構造のアクチュエータのトルク特性を示す図である。

【図５】従来の磁極部を軸方向にカットしたロータ磁石の例を示す図である。

【図６】本発明の円筒状ロータ磁石の第２の実施の形態を示す図である。

【図７】本発明の円筒状ロータ磁石の第３の実施の形態を示す図である。

【図８】本発明の円筒状ロータ磁石の第４の実施の形態を示す図である。

【図９】本発明の円筒状ロータ磁石の第５の実施の形態を示す図である。

【図１０】本発明の円筒状ロータ磁石の第６の実施の形態を示す図である。

【図１１】スペーサを用いずにロータ磁石の周方向の位置出しを行っている実施の形態を示す図である。

【図１２】本発明の更に別の実施の形態で図１１の実施例の変形を示す図である。

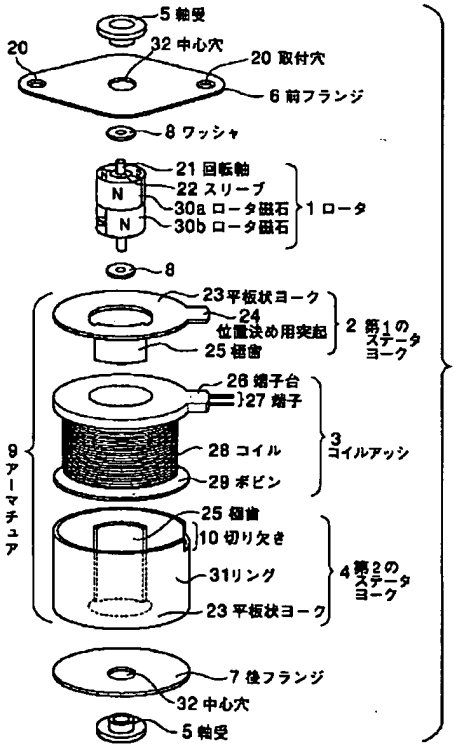
【図１３】本発明の更に別の実施の形態を示す図である。

【符号の説明】

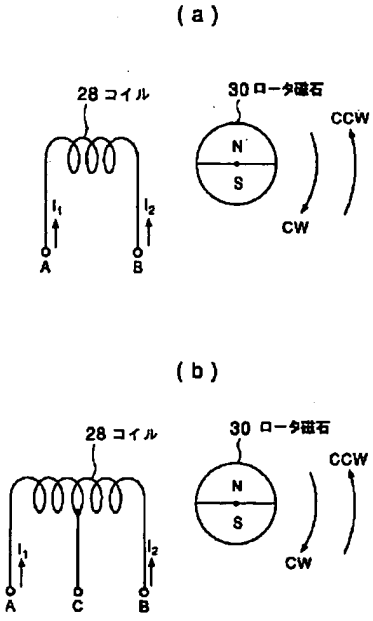
1	ロータ
2	ステータヨーク
3	コイルアッシ
4	ステータヨーク
5	軸受
6	フランジ
7	フランジ
9	アーマチュア

	１０	アクチュエータ
	２１	回転軸
	２２	スリーブ
	２３	平板状ヨーク
	２５	極歯
	２６	端子台
	２７	端子
	２９	ボビン
	３０	ロータ磁石
10	３０ａ	磁石
	３０ｂ	磁石
	３１	リング
	１００	スペーサ
	１０１ａ	スリーブ
	１０１ｂ	スリーブ
	１０２	突起
	１０３	突起
	１０４ａ	穴
	１０４ｂ	穴
20	１０００ａＶ溝	
	１０００ｂＶ溝	
	２０００ａピン	
	２０００ｂピン	
	３０００ａ円筒部分	
	３０００ｂ傾斜部	

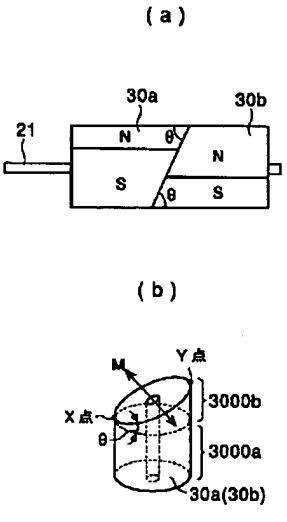
【図１】



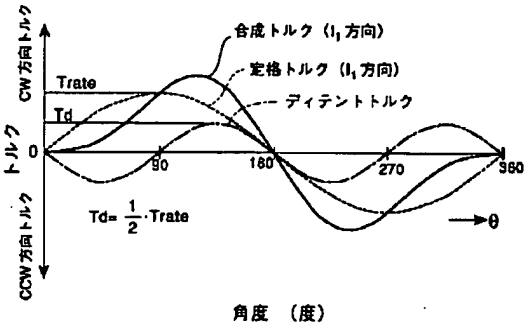
【図２】



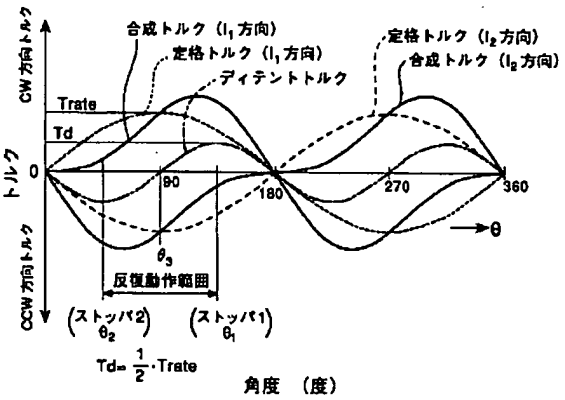
【図１３】



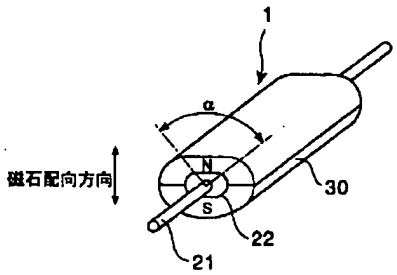
【図3】



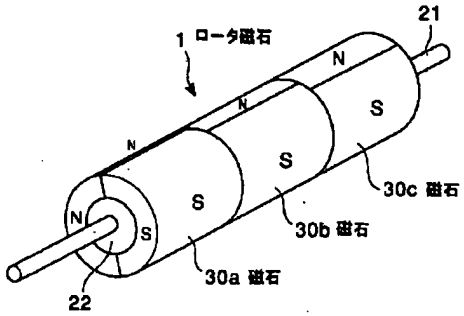
【図4】



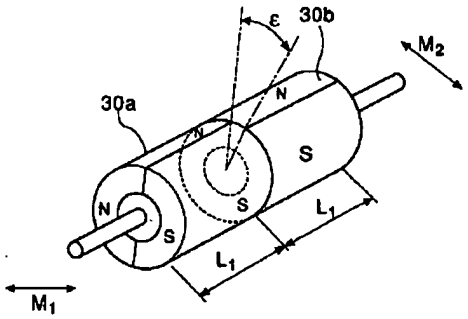
【図5】



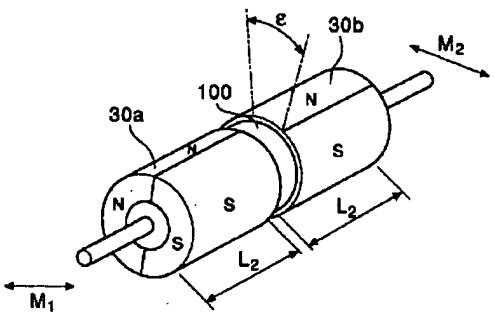
【図6】



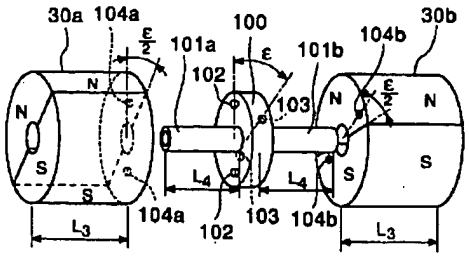
【図7】



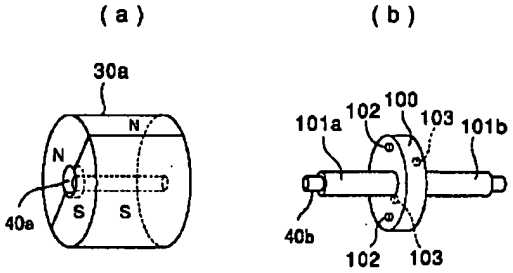
【図8】



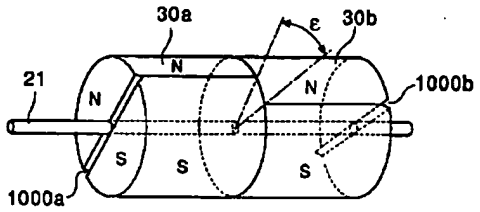
【図9】



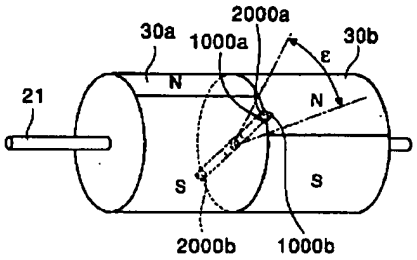
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(72)発明者　加川　正樹
静岡県磐田郡浅羽町浅名1743－１　ミネベア株式会社開発技術センター内

Ｆターム(参考)　5H633 BB08 BB15 GG02 GG04 GG05 GG09 GG12 GG16 GG21 HH03 HH04 HH06 HH08 HH10 HH13 HH14 HH24 HH25 JB04